철도선로에서 배수시설의 설계 및 시공
Planning and Construction of Drainage System in Railway

심재범* 진병학**
Shim, Jae-Bum Chin, Byung-Hak

ABSTRACT

Drainage system in railroad has a very important role to operate the system. Drainage system should be carefully considered in design and construction due to a difficult access to the system during operation. In this paper, recent case histories were presented, which showed how an improper drainage system affects the railroad operation.

1. 서론

배수시설은 철도선로의 유용성을 위해서는 매우 중요한 요소이다. 배수시설은 운영 중에는 빈번하게 접근하는 것이 어려우므로, 이러한 시설의 면밀한 계획과 건설은 매우 중요하다.

계획의 확정과정에서 건설조치의 선택은 상세하게 설명되어야 하고, 그 결과 개개의 선로구간의 건설방식이 결정된다. 기존 지형하부의 하나의 비탈면의 경우에 임의의 선로 위에서만 원칙적으로 하나의 흙깍기 비탈면 또는 하나의 트로프 구조물이 고려의 대상이 된다.

본문에서는 최근의 국내외의 자료를 토대로 이러한 시설의 긍정적 및 부정적인 사례에 대해 기술하고자 한다.

2. 배수시설의 목적

철도건설에서 배수시설은 운행선의 노반 및 원지반이 지속적으로 그들의 안정성과 유용성을 유지할 수 있도록 일정한 길이까지 포화되는 것을 방지하여야 한다. 이러한 방지기능이 부족하게 되면, 액화현상에 따라 열차가 통행하는 경우에 세립토 지반에서는 연약화에 의해 그리고 조립토 지반에서는 입자전위의 위험을 통해 지지력의 감소가 가능하게 된다.

열차속도의 고속화 및 축하중의 증가에 따라 선로 위치의 정확성에 대한 요구가 높아지고 있으며, 이에 따라 선로의 역학적인 안정성을 보장하기 위해서는 안정처리 되지 않은 노반 및 원지반으로 이루어진 지지층의 포화방지가 매우 중요하다. 고속철도 선로에서 얻은 최근의 경험에 의하면 역학적인 안정성의 평가의 경우 세립토 및 조립토가 불포화된 상태보다 포화된 상태에서 더 높은 밀도나 혹은 컨시스턴시를 요구하고 있다. 지금까지 실무에서 이러한 차이는 조사되지 않았으나, 지반의 포화방지는 동상에 대한 안전을 위한 전제조건이다. 비탈면에서는 침투수 및 침투력에 의한 피해를 방지하기 위해 이러한 보호는 불가피하다.

* 한국철도대학 교수, 회원
** 철도청 과장, 회원

3. 배수시설의 계획

철도건설에서 표면수, 침투수 및 지하수의 집수를 위한 일반적인 배수시설의 형태는 그림 1과 같다.

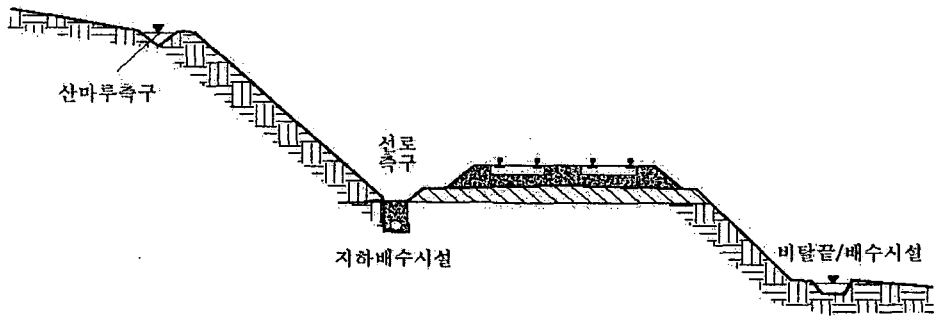
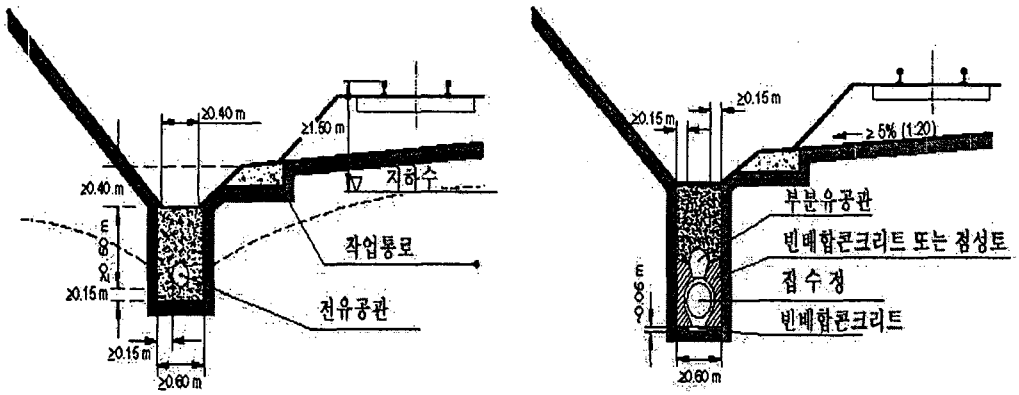


그림 1. 철도선로 배수시설

선로측구는 선로의 땅깍기부 비탈면이나 원지형 위치에 있는 노반 및 비탈면으로부터 흘러나오는 물을 집수하기 위해 사용된다. 산마루측구는 산지계곡부 및 땅깍기부 비탈면의 안정을 위해 비탈면 인접지의 물이 비탈면에 유입되지 않도록 비탈 어깨에 설치한다. 비탈끝 배수시설은 흙쌓기부 제방의 원지반이 포화되는 것을 방지하기 위해 설치하는 측구 및 배수구 등을 말한다.

지하배수시설은 높은 지하수, 지류수 및 모관수의 수위를 강하시키고, 침투수 및 피압지하수를 집수하고 유도하여 배수로로 유출시킨다.

그림 2는 지하배수시설의 일반적인 설치방식을 보여주고 있다.



전유공관 사용 지하배수

피비백관(piggy back pipe)

그림 2. 지하배수시설의 건설방식

지하배수시설의 설계에서 올바른 필터의 선택은 매우 중요하다. 필터는 접촉면에서 침투수로 인한 흙의 유실을 방지하면서 집수된 물을 빨리 배수시켜야 한다. 그림 3은 지하배수를 위한 필터의 구조를 나타낸다.

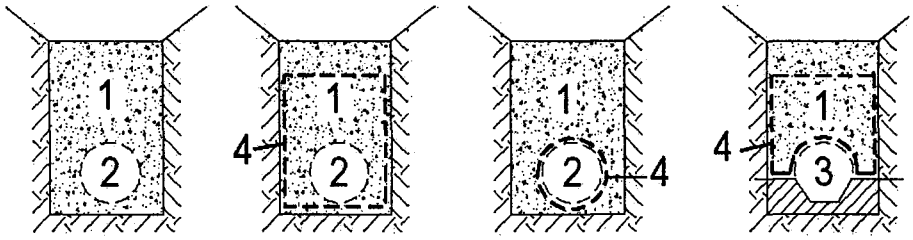


그림 3. 지하배수시설의 필터구조

흙깍기 비탈면 부위의 운행선 아래에 있는 피압지하수를 포함한 지하수로 인해 부력의 위험이 있을 경우 수압경감을 위한 배수시설이 필요하다. 그림4에서는 선로배수를 할 수 있는 피압지하수정의 형태를 보여준다. 이 경우 피압지하수정은 부력에 대해 안정할 수 있도록 깊게 설치해야 한다.

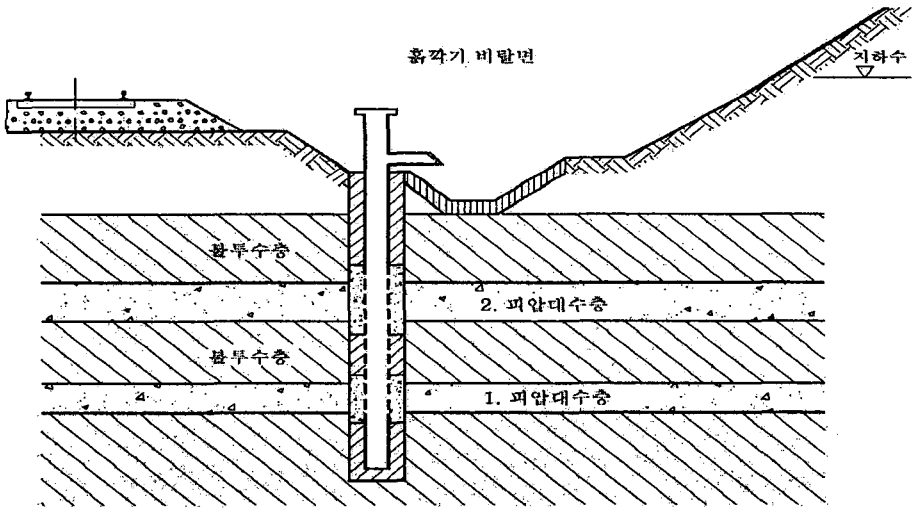


그림 4. 지하수압의 경감을 위한 피압지하수정

4. 배수시설의 설치 및 운영

선로구조물의 배수는 이미 건설공사와 함께 시작된다. 그림 5는 하나의 고속철도 신설선로의 지지층 아래의 시공기면을 나타낸다. 여기에서는 불충분한 지표면의 경사와 부족한 배수로 인해 더 이상 정상적인 운행이 불가능하도록 깊은 지반까지 연약화가 이루어지고 있다.

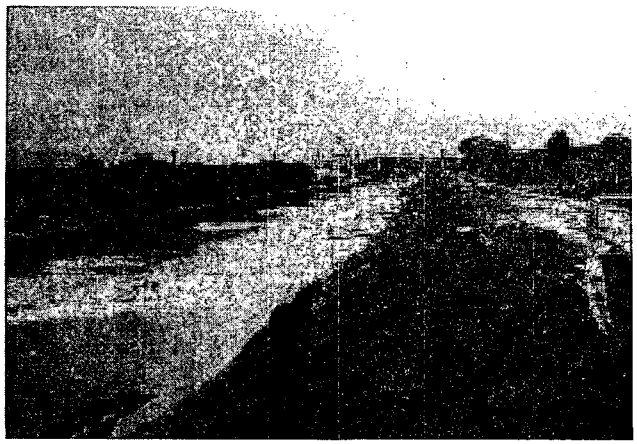


그림 5. 하나의 지지층 아래의 시공기면

그림 6에서는 북부 독일의 하나의 선로확장 공사에서 표면수로 인해 흙쌓기 제방이 심하게 손상된 것을 보여주고 있다.

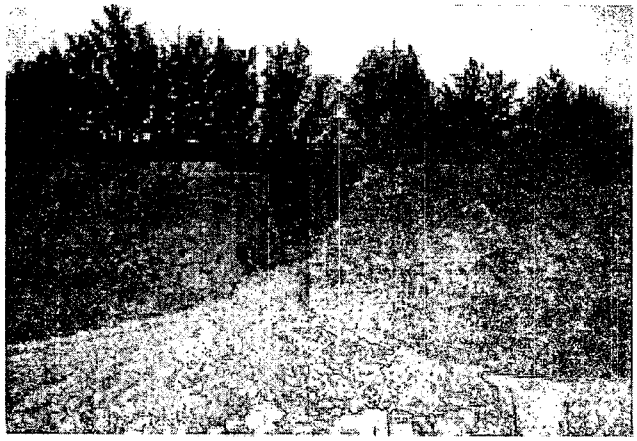
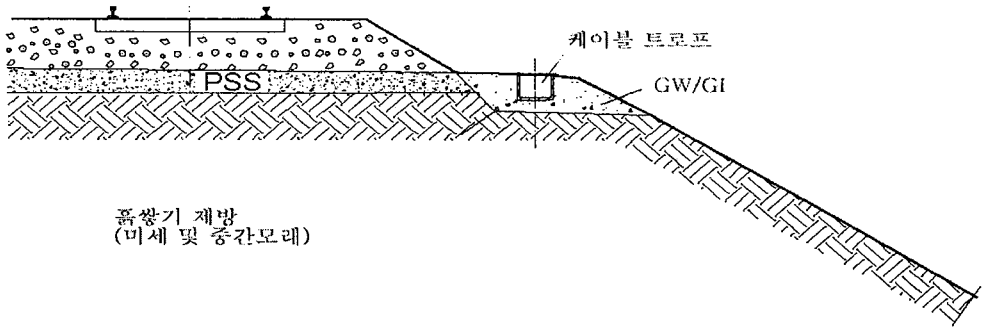


그림 6. 하나의 철도제방의 침식 손상

다음은 철도제방이 분지에 있는 경우이다. 노반 및 노상층으로 된 지지층 측면으로 흘러내리는 물은 설계와 부합되게 케이블 트로프 아래에서 비탈면으로 유도되어야 한다(그림 7). 이 경우 수로 아래에는 필요한 배수구 횡단면이 없고 지반의 투수계수가 비교적 작기 때문에 물은 실제로 트로프나 또는 트로프가 있는 분지의 가장 깊은 지점으로 흘러들어간다. 이로 인해 한 곳으로 집중되어 유입된 물이 밖으로 흘러나오게 되고 그 결과 파손이 발생한다.



※주 : GW. GI : 2종류 이상의 흙이 혼합되어 있는 자갈과 모래, 빈입도 자갈

그림 7. 케이블 트로프가 있는 작업통로

해결방법으로는 케이블 트로프를 따라 흐르는 물을 집수하고 이를 배관거를 통해 제방끝까지 유도하기 위해 배수가 가능하도록 트로프 지반을 천공하거나 또는 케이블 트로프를 따라 수갱을 설치한다.

하나의 신설선로에서 진흙투성이가 된 지하배수시설의 사례를 그림 8에서 보여주고 있다. 이 경우 강우로 인해 하나의 비탈면에서 뿜어붙인 씨앗을 포함한 세립재료가 자갈로 이루어지고 부직포로 충분히 보호되지 못한 필터체로 씻겨나가게 된다. 부직포가 집수관에 놓여지게 되고, 이로 인해 침식이 발생되며 침투수는 그림 9에서 보는바와 같이 미세입자를 멀리 떨어진 곳까지 운반한다.

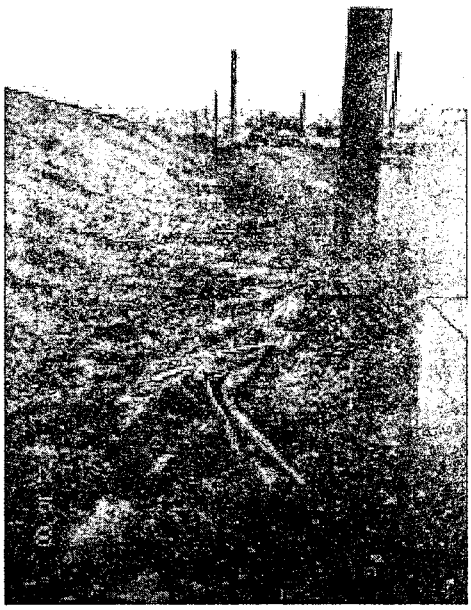


그림 8. 진흙투성이가 된 지하배수

그림 9. 지하배수의 부직포 침식

5. 결론

최근의 경험에 의하면 철도배수시설의 설계를 위해 기술적으로 완전한 시방기준을 사용할 수 있다. 이러한 시방기준을 규칙에 맞게 적용할 경우 배수시설은 충분한 성능과 내구성을 보장하며 설계의 오류는 매우 드물게 나타난다.

이에 반해 위의 사례에서 보듯이 오류는 선로 구조물의 시공과정에서 나타난다. 이러한 시공상의 오류를 방지하기 위해서는 건설측면에서 배수시설의 구축시 지속적인 감독과 이러한 시설의 운영시까지 관리가 필수적이다.

참고문헌

1. E. Schulz, "Plannung und Ausfuehrung von Entwaesserungsanlagen im Bahnbau-ein Erfahrungsbericht." Bahn Bau 2002. Berlin, 2002

2. K. Liberenz, "Der Eisenbahnunterbau" , Eisenbahn Fachverlag, 1966

3. G. Schulze, "Trogbauwerk oder Einschnitt" , Bahn Bau 2002. Berlin, 2002